

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 12 日 (12.08.2004)

PCT

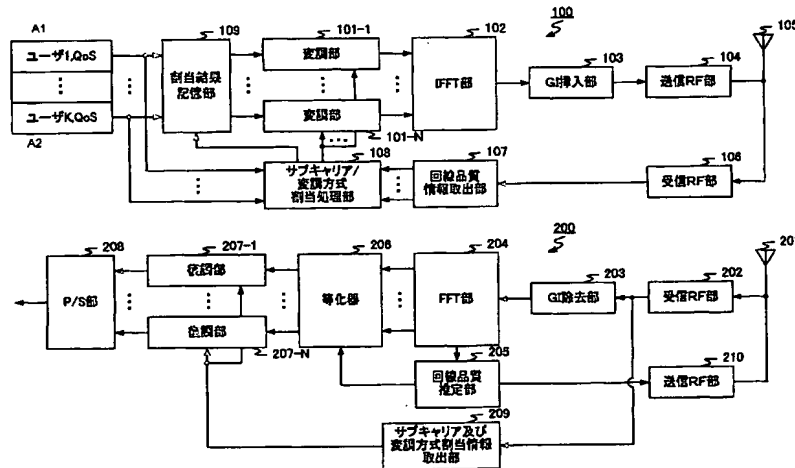
(10) 国際公開番号  
WO 2004/068758 A1

- (51) 国際特許分類: H04J 11/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000692
- (22) 国際出願日: 2004 年 1 月 27 日 (27.01.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-023814 2003 年 1 月 31 日 (31.01.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 程 俊 (CHENG, Jun) [/]. 三好 憲一 (MIYOSHI, Kenichi) [/].
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

[続葉有]

(54) Title: MULTI-CARRIER TRANSMISSION DEVICE, MULTI-CARRIER RECEPTION DEVICE, AND MULTI-CARRIER RADIO COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置 及びマルチキャリア無線通信方法



A1...USER 1, QoS  
A2...USER 2, QoS  
109...ASSIGNMENT RESULT STORAGE SECTION  
101-1...MODULATION SECTION  
101-N...MODULATION SECTION  
102...IFFT SECTION  
103...GI INSERT SECTION  
104...TRANSMISSION RF SECTION  
108...SUB-CARRIER/MODULATION METHOD  
ASSIGNMENT PROCESS SECTION  
107...LINE QUALITY INFORMATION ACQUISITION SECTION  
106...RECEPTION RF SECTION  
208...P/S SECTION  
207-1...MODULATION SECTION  
207-N...MODULATION SECTION  
205...EQUALIZER  
204...FFT SECTION  
203...GI REMOVAL SECTION  
202...RECEPTION RF SECTION  
205...LINE QUALITY ESTIMATION SECTION  
210...TRANSMISSION RF SECTION  
209...SUB-CARRIER AND MODULATION METHOD  
ASSIGNMENT INFORMATION EXTRACTION SECTION

(57) Abstract: There are provided a multi-carrier transmission device, a multi-carrier reception device, and a multi-carrier radio communication method capable of improving the throughput of the entire multi-carrier radio communication system. According to a reception SNR value for all the sub-carriers 1 to 4 of users 1 to 4 in the reception SNR table created, the number U(n) of users who

[続葉有]



MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

can use the sub-carrier is calculated. The sub-carrier  $n^*$  which can be used by the minimum number of users  $U(n)$  is searched. In the searched sub-carrier  $n^*$  which can be used by the minimum number of users  $U(n)$ , the user  $k^*$  having the maximum reception SNR value is searched. The sub-carrier  $n^*$  is assigned to the user  $k^*$ .

(57) 要約: マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができるマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法。作成した受信SNRテーブルのユーザ1～4の全サブキャリア1～4に対する受信SNR値に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数 $U(n)$ を計算する。利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア $n^*$ を探索し、探索した利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア $n^*$ の中で受信SNR値が最大のユーザ $k^*$ を探索する。そして、サブキャリア $n^*$ をユーザ $k^*$ に割り当てる。

## 明細書

マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置  
及びマルチキャリア無線通信方法

5

## 技術分野

本発明は、マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法に関する。

## 10 背景技術

従来、マルチキャリア変調方式の一つであるOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) を利用した適応マルチユーザOFDMシステムは、各移動端末の伝搬環境に応じてシステム全体の効率的なスケジューリングを行うシステムである。

- 15 具体的には、各移動端末からフィードバックされた移動端末の信号受信時のSNR (Signal to Noise Ratio) に基づいて、各ユーザに適切な多数のサブキャリアを割り当てて、各サブキャリアにMCS (Modulation Coding Schemes) を選択するというシステムである。また、従来の適応マルチユーザOFDMシステムに適用可能なサブキャリア割当方式が例えば
- 20 次の文献1において提案されている。

(文献1) 宇良 宗博、原 嘉孝、神尾 享秀：「高効率データ通信用MC-CDMA方式の一検討」，信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE. SST 2000-127, A・P2000-261 RCS2000-261, MW2000-252 (2001-03), pp. 105-110

このサブキャリア割当方式について、図1～図4を参照して説明する。

- 25 なお、図1～図3において、細線枠の表部分がユーザ $k$  ( $k=1\sim 4$ ) の各サブキャリア $n$  ( $n=1\sim 4$ ) に対する受信SNR (dB) を示し、太線枠の列部分が利用可能サブキャリア数 ( $S(k)$ ,  $k=1\sim 4$ )、行部

分が利用可能ユーザ数 ( $U(n)$ ,  $n=1\sim 4$ ) を示す。

まず、図 1 は、受信 SNR 値 ( $SNR(dB)$ ) と、ユーザの利用可能サブキャリア数 ( $S(k)$ ) と、利用可能ユーザ数 ( $U(n)$ ) との関係を示しており、4つのサブキャリア ( $n=1\sim 4$ ) が4人のユーザ ( $k=$   
5  $1\sim 4$ ) において各々受信される際の受信 SNR 値を例示している。

また、図中の利用可能サブキャリア数  $S(k)$  は、各ユーザ 1~4 が利用可能なサブキャリア数を示し、利用可能ユーザ数  $U(n)$  は、各サブキャリア 1~4 が利用可能なユーザ数を示している。この図において、各サブキャリア 1~4 において所要品質 (誤り率、例えば、 $BER=10^{-2}$   
10 ) を満足する受信 SNR 値を 1.5 dB 以上とし、所要品質以下の受信 SNR 値のユーザには「0」を設定し、送信不可とする。

まず、図 1 において、利用可能ユーザ数  $U(n)$  が一番少ないサブキャリア 3 ( $U(3)=2$ ) に注目すると、ユーザ 2 ( $k=2$ ) の利用可能サブキャリア数 ( $S(2)=3$ ) が、ユーザ 4 ( $k=4$ ) の利用可能サブキャリア数 ( $S(4)=4$ ) より小さいので、サブキャリア 3 をユーザ 2 に  
15 割り当てる。

次いで、図 1 においてサブキャリア 3 をユーザ 2 に割り当てたので、サブキャリア 3 の各ユーザに対する受信 SNR 値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数  $S(k)$  及びユーザ数  $U(n)$  を算出した状態を図  
20 2 に示す。

図 2 において、更にサブキャリアの割り当てを続けると、ユーザ 2 の利用可能サブキャリア数は  $S(2)=2$  と最も小さいため、次の割り当て対象をサブキャリアの割り当てをユーザ 2 の 2 組 ( $k=2, n=2$ ) と ( $k=2, n=4$ ) に決定する。

25 この場合、2 候補のサブキャリアの利用可能ユーザ数は  $U(2)=U(4)=4$  と等しいので、適当に 1 組 ( $k=2, n=2$ ) に決定し、サブキャリア 2 をユーザ 2 に割り当てる。

更に、図 2 においてサブキャリア 2 をユーザ 2 に割り当てたので、サブキャリア 2 の各ユーザに対する受信 SNR 値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数  $S(k)$  及びユーザ数  $U(n)$  を算出した状態を図 3 に示す。

- 5 図 3 において、ユーザ 2 の利用可能サブキャリア数は  $S(2) = 1$  と最も小さいため、更にサブキャリア 4 をユーザ 2 に割り当てる。

- 更に、図 3 においてサブキャリア 4 もユーザ 2 に割り当てたので、サブキャリア 4 の各ユーザに対する受信 SNR 値を「0」にし、新たに利用可能なサブキャリア数  $S(k)$  及びユーザ数  $U(n)$  を算出するが、残った  
10 サブキャリア 1 は、ユーザ 1、3、4 が利用可能サブキャリア数  $S(1) = S(3) = S(4) = 1$  なので、適当にユーザ 1 に割り当てる。

- 以上のユーザ 1～4 に対するサブキャリア 1～4 の割り当て結果をまとめると、図 4 に示すようになる (○：使用，×：未使用)。すなわち、このサブキャリア割当方式では、最初は利用可能ユーザ数  $U(n)$  が最も小さいサブキャリアから利用可能サブキャリア数  $S(k)$  が少ないユーザが  
15 割り当てられるが、以後は利用可能サブキャリア数  $S(k)$  が少ないユーザから優先的にサブキャリアが割り当てられている。

更に、OFDM システムに関して、例えば次の文献 2 において適応サブキャリア割当方式が提案されている。

- 20 (文献 2) 藤 元潤、永長 和孝、森 香津夫、小林 英雄：「適応サブチャネル割当方式を用いた OFDM システムに関する検討」，信学技報 TECHNICAL REPORT OF IEICE. DSP2002-174, SAT2002-124, RCS2002-243 (2003-01), pp. 83-88

- この適応サブキャリア割当方式では、図 5 に示すフローチャートのよう  
25 に、まず、ステップ S101 では、全ユーザの中で、利用可能なサブキャリア数が最小のユーザ  $k$  を見つけ出し、次に、ステップ S102 では、ユーザ  $k$  の利用可能なサブキャリアの中から利用可能なユーザ数が最小のサ

ブキャリア  $n$  を選定し、その結果としてステップ S103 では、ユーザ  $k$  にサブキャリア  $n$  を割り当てている。

しかしながら、従来のサブキャリア割当方式においては、利用可能サブキャリア数が少ないユーザから優先的にサブキャリアが割り当てられていたため、各サブキャリアは、伝送路状態が最もよい（受信 SNR 値が最も大きい）ユーザに割り当てられない場合があり、OFDM システム全体のスループットを低下させるという問題があった。

すなわち、従来のサブキャリア割り当て方法では、図 1 においてサブキャリア 3 をユーザ 2 に割り当てているが、サブキャリア 3 に対するユーザ 2 の受信 SNR 値は「4.9 dB」であり、ユーザ 4 の受信 SNR 値「10.9 dB」より小さいため、サブキャリア 3 をユーザ 4 に割り当てることが最適と考えられる。

また、特定のユーザに集中してサブキャリアが割り当てられてしまうため、他のユーザにサブキャリアが割れ当てられなくなる場合があり、他のユーザの送信ができなくなってしまうという問題があった。

## 発明の開示

本発明の目的は、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることができるマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア無線通信方法を提供することである。

本発明の一形態によれば、マルチキャリア送信装置は、複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信手段と、前記受信手段により受信された各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算手段と、前記計算手段による計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択手段と、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記

利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当手段と、を有する。

上記マルチキャリア送信装置において、好ましくは、前記割当手段は、前記回線品質情報に基づいて前記各ユーザの要求品質を設定し、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が前記要求品質を満たすユーザに当該サブキャリアを割り当てる。

上記マルチキャリア送信装置において、好ましくは、前記割当手段は、前記サブキャリアを割り当てたユーザを、他のユーザに対するサブキャリアの割り当てが終了するまで、サブキャリアの割り当て対象から除外する。

本発明の他の形態によれば、マルチキャリア受信装置は、前記マルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定手段と、前記推定手段により推定された回線品質情報を送信する送信手段と、を有する。

本発明のさらに他の形態によれば、マルチキャリア無線通信方法は、複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信ステップと、前記受信ステップで受信した各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算ステップと、前記計算ステップの計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択ステップと、前記選択ステップで選択したサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当ステップと、を有する。

本発明のさらに他の形態によれば、マルチキャリア無線通信方法は、前

記マルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定ステップと、前記推定ステップで推定した回線品質情報を送信する送信ステップと、を有する。

#### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当状況を示す図、  
図 2 は、従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当状況を示す図、  
10 図 3 は、従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当状況を示す図、  
図 4 は、従来の受信 S N R テーブルのサブキャリア割当結果を示す図、  
図 5 は、従来のサブキャリア割当動作を説明するためのフロー図、  
図 6 は、本発明の一実施の形態に係る送信装置と受信装置の構成を示すブロック図、  
15 図 7 は、本発明の一実施の形態に係る送信装置内のサブキャリア／変調方式割当処理部の動作を説明するためのフロー図、  
図 8 は、本発明の一実施の形態に係る受信 S N R テーブルのサブキャリア割当状況を示す図、  
図 9 は、本発明の一実施の形態に係る受信 S N R テーブルのサブキャリア  
20 ア割当状況を示す図、  
図 10 は、本発明の一実施の形態に係る受信 S N R テーブルのサブキャリア割当結果を示す図、である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- 25 本発明の骨子は、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てることにより、マルチキャリア無線通信システム全体のスループットを向上させることである。



以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図6は、本発明の一実施の形態に係るマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の各構成を示すブロック図である。

図6に示すマルチキャリア送信装置（以下単に「送信装置」という）100は、変調部101-1～101-N、逆高速フーリエ変換（IFFT）部102、ガードインターバル（GI）挿入部103、送信RF部104、送受信共用アンテナ105、受信RF部106、回線品質情報取出部107、サブキャリア／変調方式割当処理部108及び割当結果記憶部109とから主に構成される。

また、図6に示すマルチキャリア受信装置（以下単に「受信装置」という）200は、送受信共用アンテナ201、受信RF部202、ガードインターバル（GI）除去部203、高速フーリエ変換（FFT）部204、回線品質推定部205、等化器206、復調部207-1～207-N、パラレル／シリアル変換（P/S）部208、サブキャリア及び変調方式割当情報取出部209及び送信RF部210とから主に構成される。この受信装置200は、マルチキャリア無線通信システムにおけるユーザの中でk番目のユーザの移動局である。

変調部101-1～101-Nは、各々異なる符号変調機能を有し、例えば、符号化率1/2の64QAM（Quadrature Amplitude Modulation）、16QAM、QPSK（Quadrature Phase Shift Keying）、BPSK（Binary Phase Shift Keying）といった変調方式を採用する。変調部101-1～101-Nは、割当結果記憶部109に記憶されたユーザ1～Kに対するサブキャリア割当結果と、サブキャリア／変調方式割当処理部108から入力される変調方式割り当て情報 $r_p$ 、 $n=1, 2, \dots$ 、Nに基づいて、各ユーザ1～Kの送信情報の変調方式を決定し、各ユーザ1～Kの送信情報を変調して変調信号 $x_1, x_2, \dots, x_N$ をIFFT部102に出力する。

IFFT部102は、変調部101-1~101-Nから入力される各変調信号 $x_1, x_2, \dots, x_N$ のサブキャリア成分を逆高速フーリエ変換して時間領域に変換して時間波形信号をGI挿入部103に出力する。

GI挿入部103は、IFFT部102から入力された時間波形信号に、遅延に対する特性を改善するガードインターバルを挿入して送信RF部104に出力する。

送信RF (Radio Frequency) 部104は、GI挿入部103から入力された時間波形信号をRF帯にアップコンバージョンして送受信共用アンテナ105からOFDM信号を送信する。

10 受信RF部106は、各ユーザ1~Kの受信装置から送信される信号を送受信共用アンテナ105から受信し、その受信信号を回線品質情報取出部107に出力する。

回線品質情報取出部107は、受信RF部106から入力される受信信号から各ユーザ1~Kの受信装置から送信された回線品質情報を取り出してサブキャリア/変調方式割当処理部108に出力する。

サブキャリア/変調方式割当処理部108は、回線品質情報取出部107から入力される各ユーザ1~Kの回線品質情報(受信SNR)と、各ユーザ1~Kの送信情報に設定されたQoS (Quality of Service) (例えば、各ユーザの要求データ伝送率と誤り率)に基づいて、各ユーザ1~Kにサブキャリアと変調方式を割り当て、サブキャリア割り当て結果としてマトリクスデータ $[\alpha_{k,n}]_{K \times N}$ を割当結果記憶部109に記憶するとともに、変調方式割り当て情報を変調部101-1~101-Nに出力する。

割当結果記憶部109は、サブキャリア/変調方式割当処理部108から入力されるユーザ1~Kに対するサブキャリア割り当て結果が設定されたマトリクスデータ $[\alpha_{k,n}]_{K \times N}$ を記憶する。

受信RF部202は、送受信共用アンテナ201からOFDM信号を受

信してG I 除去部 2 0 3 とサブキャリア及び変調方式割当情報取出部 2 0 9 に出力する。

G I 除去部 2 0 3 は、受信 R F 部 2 0 2 から入力された O F D M 信号からガードインターバルを除去して F F T 部 2 0 4 に出力する。

5     F F T 部 2 0 4 は、G I 除去部 2 0 3 から入力されたガードインターバル除去後の O F D M 信号を高速フーリエ変換（F F T）して時間領域から周波数領域に変換する。この F F T により複数のサブキャリアにより伝送されたシンボル信号  $x'_1, x'_2, \dots, x'_N$  が取り出されて、等化器 2 0 6 と回線品質推定部 2 0 5 に出力される。

10     回線品質推定部 2 0 5 は、F F T 部 2 0 4 から入力された各シンボル信号  $x'_1, x'_2, \dots, x'_N$  の受信 S N R を算出して回線品質を推定し、その各回線品質情報を等化器 2 0 6 と送信 R F 部 2 1 0 に出力する。

等化器 2 0 6 は、回線品質推定部 2 0 5 から入力された  $k$  0 番目ユーザの各回線品質情報（伝送路情報  $h_{k0, n}$  ( $n = 1, \dots, N$ )) に基づいて、F F T 部 2 0 4 から入力された各シンボル信号に含まれる振幅・位相のひずみ成分を補正して復調部 2 0 7 - 1 ~ 2 0 7 - N に出力する。

15     復調部 2 0 7 - 1 ~ 2 0 7 - N は、変調部 1 0 1 - 1 ~ 1 0 1 - N に対応した復調機能を各々有し、サブキャリア及び変調方式割当情報取出部 2 0 9 から入力されたユーザ  $k$  0 のサブキャリア及び変調方式割当情報に基づいて、等化器 2 0 6 から入力されるユーザ  $k$  0 の当該サブキャリアのシンボル信号の復調方式を決定し、等化器 2 0 6 から入力される補正後のユーザ  $k$  0 のシンボル信号を復調して各信号の検波を行い、並列データを P / S 部 2 0 8 に出力する。

20     P / S 部 2 0 8 は、復調部 2 0 7 - 1 ~ 2 0 7 - N から入力されたユーザ  $k$  0 の並列データを直列データに変換した後、ユーザ  $k$  0 の所望の受信データとして出力する。

サブキャリア及び変調方式割当情報取出部 2 0 9 は、受信 R F 部 2 0 2

から入力されたOFDM信号からユーザ $k$ のサブキャリア及び変調方式割当情報を取り出して復調部207-1～207-Nに出力する。

送信RF部210は、回線品質推定部205から入力されたユーザ $k$ の回線品質情報を送受信共用アンテナ201から送信する。

5 次に、上記構成を有する送信装置100内のサブキャリア／変調方式割当処理部108の動作について、図7に示すフローチャートを用いて説明する。

10 なお、サブキャリア／変調方式割当処理部108では、従来でも説明した利用可能ユーザ数 $U(n)$ だけでなく、受信SNR( $g_{k,n}$ )をパラメータに加えて、サブキャリアの割り当てを行う。具体的には、利用可能ユーザ数 $U(n)$ の少ないサブキャリア $n^*$ を受信SNR( $g_{k,n}$ )の高いユーザ $k^*$ に割り当てる。

この場合、サブキャリア $n^*$ 及びユーザ $k^*$ は、以下の(式1)、(式2)で表すものであり、図2のフローチャートにおいて適宜用いる。(式1)は、利用可能ユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリアをサブキャリア $n^*$ の引数とすることを示し、(式2)は、受信SNR値が最大のユーザをユーザ $k^*$ の引数とすることを示している。なお、以下の処理では、ユーザ数 $K$ が4( $k=1\sim 4$ )、サブキャリア数 $N$ が4( $n=1\sim 4$ )の場合を説明する。

20

$$n^* = \arg \min_{n \in \{n | U(n) \neq 0\}} U(n) \quad \dots (式1)$$

25

$$k^* = \arg \max_{1 \leq k \leq K} g_{k,n^*} \quad \dots (式2)$$

まず、ステップS 1では、回線品質推定部205からユーザk 0の全サブキャリア1～4に対する受信SNRを推定する。k 0は4ユーザ中の一つのユーザである。

5 次いで、ステップS 2では、回線品質情報取出部107からフィードバックされたユーザk 0の回線品質情報（全サブキャリア1～4に対する受信SNR）、及び他の3ユーザの回線品質情報（全サブキャリア1～4に対する受信SNR）に基づいて、ユーザ1～4の全サブキャリア1～4に対する受信SNRテーブルを作成する。

10 次いで、ステップS 3では、各ユーザの要求品質（誤り率、例えば、 $BER = 10^{-2}$ ）により、受信SNRの閾値を決定し、受信SNRテーブル内で受信SNR閾値以下（例えば、各ユーザの閾値が1.5 dBの場合、受信SNR値が1.5 dB以下）の要素に「0」を設定する。ここで、作成した受信SNRテーブルが図1に示す細線枠内であるものとする。

15 次いで、ステップS 4では、ステップS 2で作成した受信SNRテーブルのユーザ1～4の全サブキャリア1～4に対する受信SNR値に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数 $U(n)$ を計算する。この計算結果が、図1の太線枠の行部分であるとする。

20 次いで、ステップS 5では、すべてのサブキャリア1～4に対してユーザ1～4の割り当てが決定したかを判別する。ここでは、まだサブキャリア1～4に対してユーザ1～4が割り当てられていないので、ステップS 6に進む。

次いで、ステップS 6では、ステップS 4で計算した利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア $n^*$ を探索する。

25 次いで、ステップS 7では、ステップS 6で探索した利用可能なユーザ数 $U(n)$ が最小のサブキャリア $n^*$ の中で受信SNR値が最大のユーザ $k^*$ を探索する。なお、ステップS 6での利用可能なユーザ数 $U(n)$ における最小のサブキャリア $n^*$ が二つ以上ある場合、ステップS 7では、

その二つ以上のサブキャリア  $n^*$  の中から受信 SNR 値が最大のユーザ  $k^*$  を選択する。

次いで、ステップ S 8 では、サブキャリア  $n^*$  にユーザ  $k^*$  を割り当てる。

- 5     そして、ステップ S 9 では、ステップ S 8 で割り当てが決定したサブキャリア  $n^*$  を受信 SNR テーブルの割り当て対象から除外するため、サブキャリア 3 の全ユーザ 1 ~ 4 に対する SNR 値を「0」に設定する。この結果を図 2 に示す。

- 10    次いで、ステップ S 10 では、今回のサブキャリアの割り当て結果が、ユーザ  $k^*$  の要求データ伝送率を満たしているかを判別する。すなわち、図 1 においてユーザ 1 ~ K の送信情報に設定された要求データ伝送率  $B_k$  を満たしているかが判別される。

- 15    今回のサブキャリア  $n^*$  の割り当て結果が、ユーザ  $k^*$  の要求データ伝送率を満たしていない場合は、ステップ S 4 に戻って、各サブキャリア 1 ~ 4 の利用可能ユーザ数  $U(n)$  を計算する処理から繰り返す。また、今回のサブキャリア  $n^*$  の割り当て結果が、ユーザ  $k^*$  の要求データ伝送率を満たしている場合は、ステップ S 11 に進む。

- 20    そして、ステップ S 11 では、ユーザ  $k^*$  を受信 SNR テーブル内のサブキャリア割り当て対象から除外する。すなわち、ユーザ  $k^*$  は要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したので、他のユーザに対するサブキャリアの割り当てが終了するまで、一時的にサブキャリアの割り当て対象から除外する。

- 25    次いで、ステップ S 12 では、全ユーザ 1 ~ 4 の要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したかを判別する。終了していない場合は、ステップ S 4 に戻って、各サブキャリアの利用可能ユーザ数  $U(n)$  を計算する処理から繰り返す。また、終了している場合は、ステップ S 13 に進む。

ステップ S 1 3 では、ここまで既に割り当てられたサブキャリアを、受信 S N R テーブルから除外し、全ユーザに対する残りのサブキャリアの割り当てを再開する。

ここまでの処理によって、全ユーザ 1 ~ 4 の要求データ伝送率を満たすサブキャリアの割り当てが終了したことになる。

そして、ステップ S 3 に戻り、全ユーザ 1 ~ 4 に対して、受信 S N R に基づく残りのサブキャリアの割り当て処理を繰り返し実行する。

この後のサブキャリア割り当て処理では、既に全ユーザのユーザ要求品質を満たすサブキャリアの割り当てが終了しているので、ステップ S 1 0 及びステップ S 1 2 の要求データ伝送率の判別処理は実行されず、受信 S N R 値が高いユーザに優先的にサブキャリアが割り当てられる。

次に、上記サブキャリア割り当て処理に基づいて、具体的にユーザ 1 ~ 4 にサブキャリア 1 ~ 4 を割り当てる例を図 8 ~ 図 1 0 を参照して説明する。

まず、サブキャリア／変調方式割当処理部 1 0 8 において、各ユーザ 1 ~ 4 の受信装置の回線品質推定部（ユーザ k 0 の場合、2 0 5）から伝送される回線品質情報（各ユーザ 1 ~ 4 の全サブキャリア 1 ~ 4 の受信 S N R）に基づいて、ユーザ 1 ~ 4 の全サブキャリア 1 ~ 4 に対する受信 S N R テーブルを作成し、各ユーザの要求品質（誤り率）により受信 S N R の閾値が決定され、受信 S N R 閾値以下（例えば、各ユーザの閾値が同じ 1 . 5 d B の場合、受信 S N R 値が 1 . 5 d B 以下）の要素に「0」が設定された初期の受信 S N R テーブルが図 1 のものであるとする。

図 1 の受信 S N R テーブルにおいて、サブキャリア 3 は、利用可能ユーザ数  $U(n)$  が最小 " $U(3) = 2$ " なので、(式 1) の条件により、サブキャリア 3 の割り当てが優先される。この場合、サブキャリア 3 が割り当て可能なユーザ 2, 4 の受信 S N R 値を比較すると、ユーザ 4 の受信 S N R " $10.9 \text{ d B}$ " が、ユーザ 2 の受信 S N R " $4.9 \text{ d B}$ " より高いため、

サブキャリア 3 はユーザ 4 に割り当てられる（（式 2）参照）。

そして、サブキャリア 3 の割り当てが済んだので、サブキャリア 3 の各ユーザの受信 SNR 値を「0」にする。さらに、ユーザ 4 の要求品質を満たすかどうかを判別する。簡単に説明するため、各ユーザ 1 ～ 4 が同等の  
5 要求品質（例えば、64 kbps）を設定するものとする。

いま、OFDM フレーム長が 0.5 ms で、1 OFDM フレームが 32 OFDM シンボルのデータを含むとすると、QPSK 変調方式、 $R = 1/2$  のターボ符号の場合、1 ユーザが 1 サブキャリアを割り当てると、データ伝送率 64 kbps を達成できる。

10 したがって、ユーザ 4 が要求された要求品質を満たしているため、他のユーザ 1 ～ 3 が要求品質を満たすまで、サブキャリアの割り当て対象からユーザ 4 を除外する。その結果として、サブキャリア 3 の各ユーザ 1 ～ 4 の受信 SNR 値を「0」に設定する。この後、新たに利用可能ユーザ数  $U(n)$  の算出を行って、更新した受信 SNR テーブルを図 8 に示す。

15 図 8 の受信 SNR テーブルにおいて、サブキャリア 1 は、利用可能ユーザ数  $U(n)$  が最小 " $U(1) = 2$ " なので、（式 1）の条件により、サブキャリア 1 の割り当てが優先される。この場合、サブキャリア 1 が割り当て可能なユーザ 1, 3 の受信 SNR 値を比較すると、ユーザ 1 の受信 SNR " $5.5 \text{ dB}$ " が、ユーザ 3 の受信 SNR " $4.7 \text{ dB}$ " より高いため、サ  
20 ブキャリア 1 はユーザ 1 に割り当てられる（（式 2）参照）。

この場合、同様にユーザ 1 の要求品質を満たしているため、他のユーザ 2, 3 が要求品質を満たすまで、サブキャリアの割り当て対象からユーザ 1 を除外する。その結果として、サブキャリア 1 の各ユーザ 1 ～ 4 の受信 SNR 値を「0」に設定する。この後、新たに利用可能ユーザ数  $U(n)$   
25 の算出を行って、更新した受信 SNR テーブルを図 9 に示す。

図 9 の受信 SNR テーブルにおいて、サブキャリア 2, 4 は、利用可能ユーザ数  $U(n)$  が最小 " $U(2) = 2$ ,  $U(4) = 2$ " と同一であるが、



サブキャリア 2 のユーザ 2 の受信 SNR 値 (12.9 dB) が最も高いため、サブキャリア 2 はユーザ 2 に割り当てられる (式 2 参照)。

この後、サブキャリア 2 の各ユーザ 1 ~ 4 の受信 SNR 値を「0」に設定すると、残りのサブキャリア 4 がユーザ 3 に割り当てられる。以上のユーザ 1 ~ 4 とサブキャリア 1 ~ 4 の割り当て結果を図 10 に示す (○: 使用, ×: 未使用)。

なお、以上のサブキャリア割り当て処理では、ユーザ 1 ~ 4 の要求品質を同等のものと設定した場合を説明したが、各ユーザ 1 ~ 4 が異なる要求品質を設定した場合も同様に適用可能である。また、各ユーザの SNR 閾値を同等のものと設定した場合を説明したが、異なる SNR 閾値 (誤り率) を設定した場合も同様に適用可能である。

また、サブキャリア/変調方式割当部 108 では、利用可能ユーザ数  $U(n)$  が最小のサブキャリア  $n^*$  の中で受信 SNR 値が、ユーザの要求品質 (誤り率) により決定された受信 SNR 閾値以上のユーザ  $k^*$  に優先的にサブキャリアが割り当てられる。

ここまでの説明では、伝搬路符号化された固定変調 (例えば QPSK) について述べていたが、本発明は符号化多値変調 (MCS)、例えば符号化率 1/2 のターボ符号を使用して、64QAM、16QAM、QPSK、BPSK にも同様に適用可能である。

この場合、ユーザの要求品質 (誤り率) を満足することができる最も高いビットレートの符号化変調方式 (MCS) をサブキャリアとともに割り当てることが可能である。

例えば、64QAM を割り当てる受信 SNR 閾値を 10.5 dB に設定した場合、図 7 のサブキャリア割当処理を実行することにより、64QAM で送信可能なサブキャリアを各ユーザに割り当てる。このとき割り当てられた複数のサブキャリアは、受信 SNR テーブルから除外され、以後のサブキャリア割当処理において割り当て対象から除外される。

- 以後、同様に、16QAMを割り当てる受信SNR閾値を6.0dB、QPSKを割り当てる受信SNR閾値を1.5dB、BPSKを割り当てる受信SNR閾値を-2.0dBと設定してサブキャリア割当処理を繰り返し実行することにより、それぞれユーザの要求品質（誤り率）を満足するようにサブキャリアと変調方式を割り当てることができる。

このように、本実施の形態の送信装置100によれば、利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを回線品質が良いユーザに優先的に割り当てるため、OFDMシステム全体のスループットを向上させることができる。

- また、ユーザの要求データ伝送率を満たすようにサブキャリアを割り当てるとともに、サブキャリアを割り当て済みのユーザは、サブキャリアの割り当て対象から除外するため、公平にすべてのユーザにサブキャリアを割り当てることができる。

- さらに、符号化多値変調方式に対応する受信SNR閾値を設定することにより、ユーザの要求品質（誤り率）を満足することができる最も高いビットレートの変調方式をサブキャリアとともに割り当てることができ、OFDMシステム全体のスループットを向上させることができる。

本明細書は、2003年1月31日出願の特願2003-23814に基づくものである。この内容を全てここに含めておく。

## 20 産業上の利用可能性

本発明は、移動体通信システムにおける移動局装置や基地局装置等に搭載されるマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置に適用することができる。

## 請求の範囲

1. 複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置であって、

- 5     各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信手段と、  
      前記受信手段により受信された各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算手段と、  
      前記計算手段による計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択手段と、

- 10    前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

2. 前記割当手段は、前記回線品質情報に基づいて前記各ユーザの要求品質を設定し、前記選択手段により選択されたサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が前記要求品質を満たすユーザに割り当てることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のマルチキャリア送信装置。

3. 前記割当手段は、前記サブキャリアを割り当てたユーザを、他のユーザに対するサブキャリアの割り当てが終了するまで、サブキャリアの割り当て対象から除外することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のマルチキャリア送信装置。

4. 請求の範囲第1項に記載のマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置であって、

- 25    サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定手段と、  
      前記推定手段により推定された回線品質情報を送信する送信手段と、を

有することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

5. 複数の周波数を用いて無線通信を行うマルチキャリア送信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、

各ユーザの受信装置から回線品質情報を受信する受信ステップと、

5 前記受信ステップで受信した各ユーザの回線品質情報に基づいて、各サブキャリアの利用可能ユーザ数を計算する計算ステップと、

前記計算ステップの計算結果から利用可能ユーザ数が少ないサブキャリアを選択する選択ステップと、

10 前記選択ステップで選択したサブキャリアを、当該サブキャリアの割り当て対象である前記利用可能ユーザ数に含まれるユーザのうち前記回線品質が良いユーザに割り当てる割当ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

6. 請求の範囲第5項に記載のマルチキャリア無線通信方法を使用するマルチキャリア送信装置と無線通信を行うマルチキャリア受信装置におけるマルチキャリア無線通信方法であって、

15 サブキャリア毎の回線品質に関する回線品質情報を推定する推定ステップと、

前記推定ステップで推定した回線品質情報を送信する送信ステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア無線通信方法。

受信SNR (dB)	サブキャリア n=1	サブキャリア n=2	サブキャリア n=3	サブキャリア n=4	S(k)
ユーザ1(k=1)	5.5	4.9	0	5.6	3
ユーザ2(k=2)	0	12.9	4.9	5.7	3
ユーザ3(k=3)	4.7	4.6	0	4.3	3
ユーザ4(k=4)	6.7	6.0	10.9	3.3	4
U(n)	3	4	2	4	

図1

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$	$S(k)$
ユーザ1( $k=1$ )	5.5	4.9	0	5.6	3
ユーザ2( $k=2$ )	0	12.9	0	5.7	2
ユーザ3( $k=3$ )	4.7	4.6	0	4.3	3
ユーザ4( $k=4$ )	6.7	6.0	0	3.3	3
$U(n)$	3	4	0	4	

図2

受信SNR (dB)	サブキャリア n=1	サブキャリア n=2	サブキャリア n=3	サブキャリア n=4	S(k)
ユーザ1(k=1)	5.5	0	0	5.6	2
ユーザ2(k=2)	0	0	0	5.7	1
ユーザ3(k=3)	4.7	0	0	4.3	2
ユーザ4(k=4)	6.7	0	0	3.3	2
U(n)	3	0	0	4	

図3

	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ <sup>#</sup> 1( $k=1$ )	O	x	x	x
ユーザ <sup>#</sup> 2( $k=2$ )	x	O	O	O
ユーザ <sup>#</sup> 3( $k=3$ )	x	x	x	x
ユーザ <sup>#</sup> 4( $k=4$ )	x	x	x	x

図4



5/10

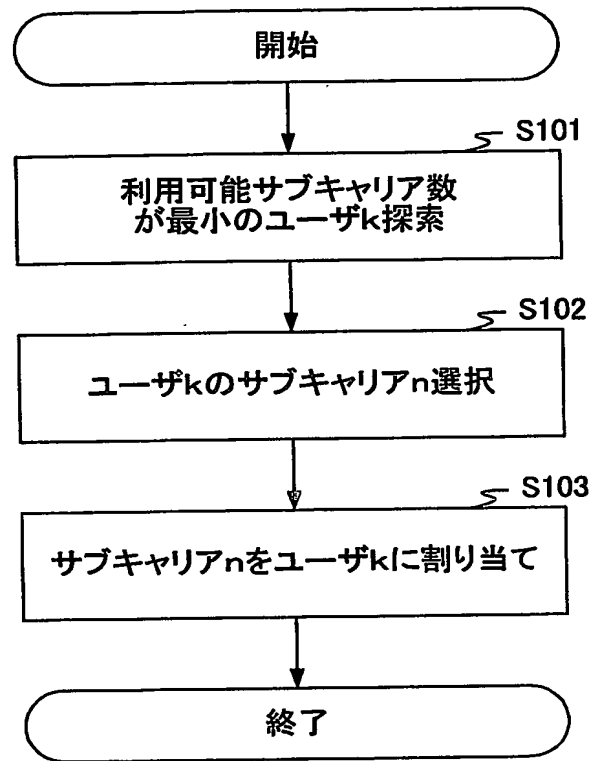


図5

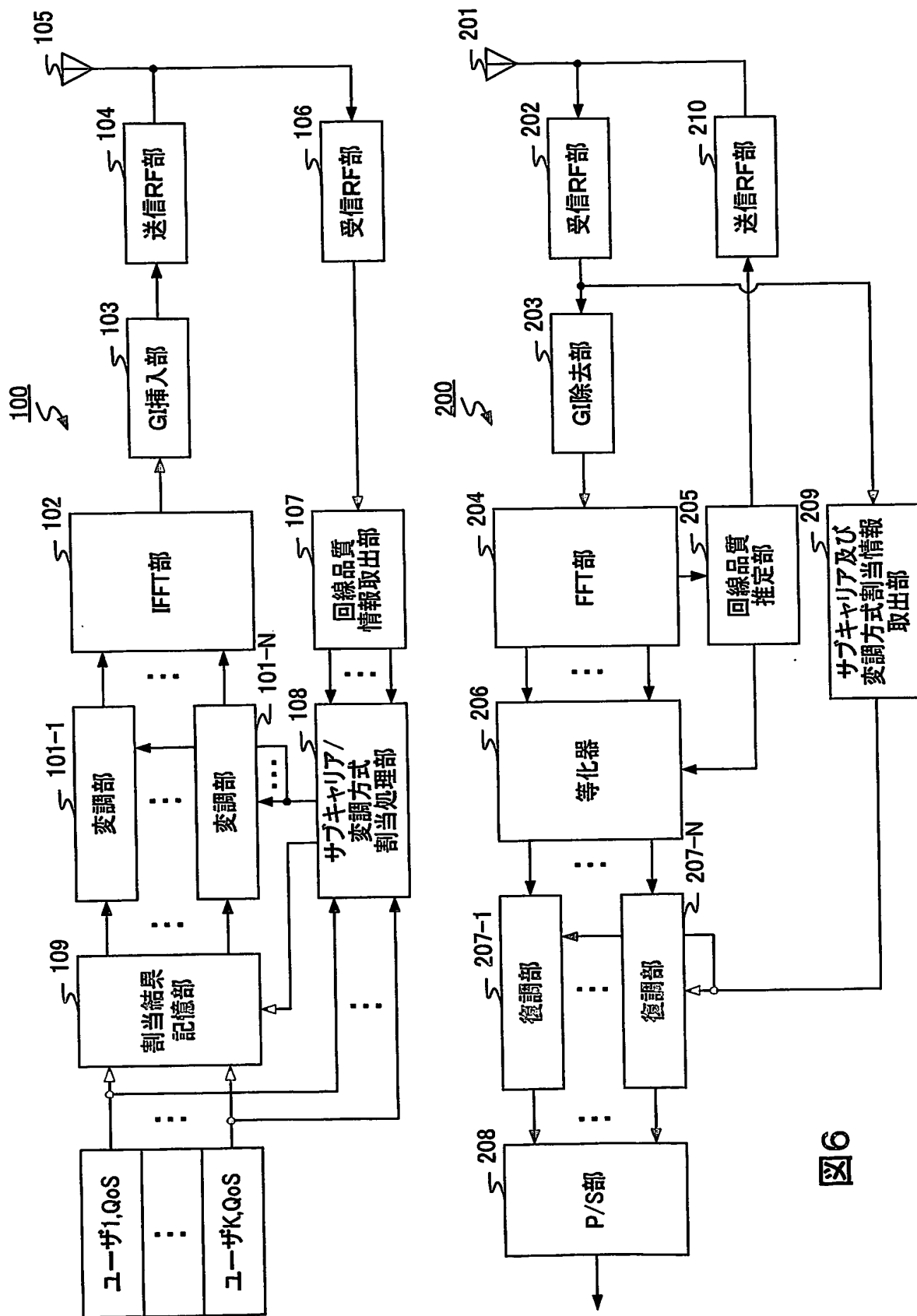
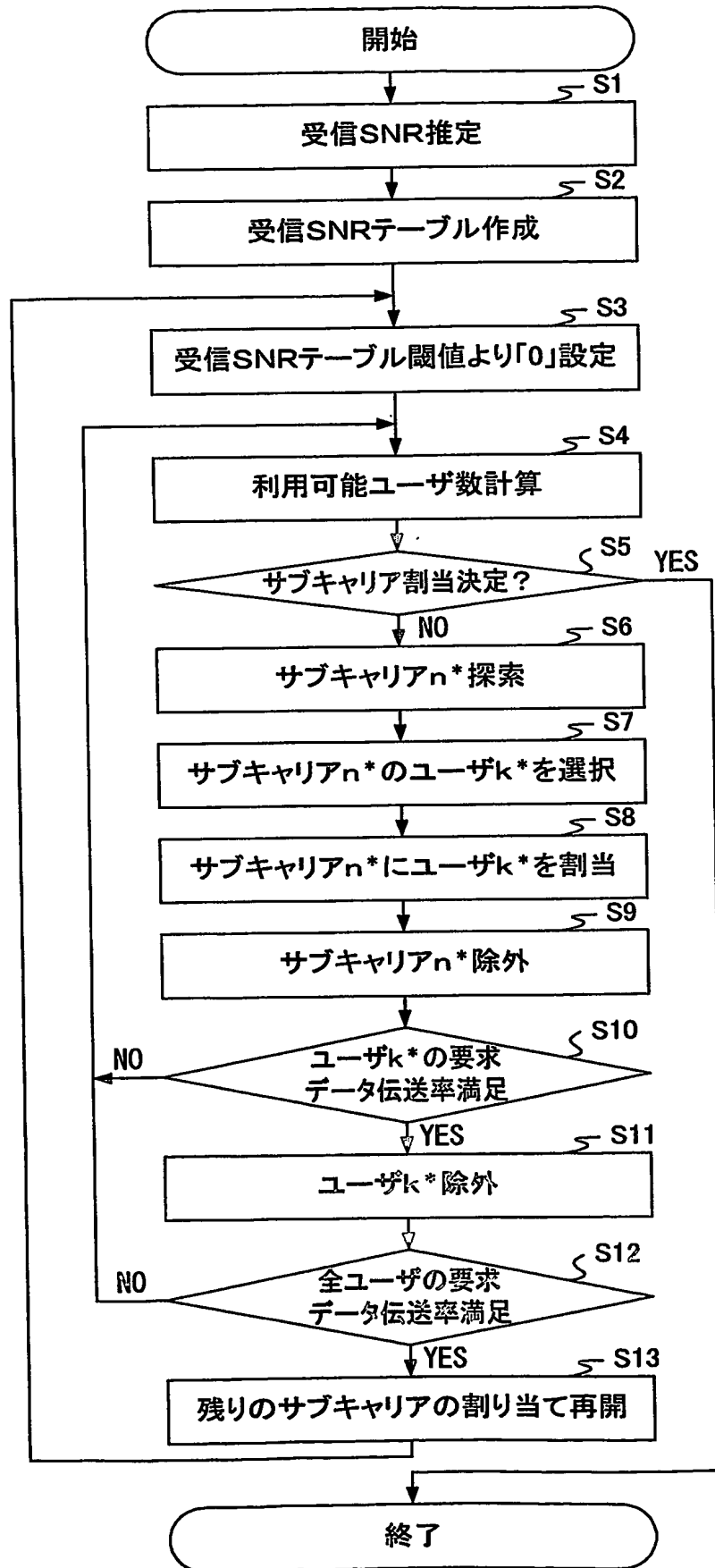


図6

7/10

図7



受信SNR (dB)	サブキャリア n=1	サブキャリア n=2	サブキャリア n=3	サブキャリア n=4
ユーザ1(k=1)	5.5	4.9	0	5.6
ユーザ2(k=2)	0	12.9	0	5.7
ユーザ3(k=3)	4.7	4.6	0	4.3
ユーザ4(k=4)	0	0	0	0
U(n)	2	3	0	3

図8

受信SNR (dB)	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ1( $k=1$ )	0	0	0	0
ユーザ2( $k=2$ )	0	12.9	0	5.7
ユーザ3( $k=3$ )	0	4.6	0	4.3
ユーザ4( $k=4$ )	0	0	0	0
$U(n)$	0	2	0	2

図9

10/10

	サブキャリア $n=1$	サブキャリア $n=2$	サブキャリア $n=3$	サブキャリア $n=4$
ユーザ <sup>*</sup> <sub>1</sub> ( $k=1$ )	○	×	×	×
ユーザ <sup>*</sup> <sub>2</sub> ( $k=2$ )	×	○	×	×
ユーザ <sup>*</sup> <sub>3</sub> ( $k=3$ )	×	×	×	○
ユーザ <sup>*</sup> <sub>4</sub> ( $k=4$ )	×	×	○	×

図10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000692

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Masahiro URA, Yoshitaka HARA, Toshihide KAMIO, "Kokoritsu Deta Tsushin'yo MC-CDMA Hoshiki no Ichikento", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.100, No.664, 09 March, 2001 (09.03.01), pages 105 to 110	1-6
Y	Osamu MUROTA, Yoshihiko AKAIWA, "Shuhasu Sentakusei Fading-ka deno Tekio Channel Sentaku Hoshiki", The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol.J-82-B, No.5, 25 May, 1999 (25.05.99), pages 991 to 1000	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 May, 2004 (06.05.04)

Date of mailing of the international search report

18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	宇良宗博, 原嘉孝, 神尾亨秀, “高効率データ通信用MC-CDMA方式の一検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 100, No. 664, 2001. 03. 09, pp. 105-110	1-6
Y	牟田修, 赤岩芳彦, “周波数選択性フェージング下での適応チャネル選択方式”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J-82-B, No. 5, 1999. 05. 25, pp. 991-1000	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 05. 2004

国際調査報告の発送日

18. 5. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5K

9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556